

# 水稻における無代掻き作溝直播栽培法に関する研究

## 第2報 カルパー・倒伏軽減剤の処理が生育収量に及ぼす影響

齊藤邦行・石村 亮\*・藤林哲哉\*・黒田俊郎\*  
(汎用耕地部門)

### 諸 言

前報<sup>1)</sup>において、これまでの直播栽培法の一層の省力化、安定性、多収性および低コスト化を目的として、無代掻き作溝直播栽培法、乾・湛折衷直播、いわゆるカリフォルニア方式<sup>2,4,5)</sup>の体系化について、検討を行った。その結果、乾田状態で作溝した播種面に種籾を散播して湛水することにより、代掻き作業の省略と播種作業の簡易化が可能で、溝の崩壊による覆土効果も期待できることが明らかとなった。しかし、播種後湛水により十分な覆土効果が確認されたものの、出芽・苗立ちの不安定性や倒伏抵抗性に課題が残された。そこで、本試験では種籾へのカルパー粉衣が出芽・苗立ちに及ぼす影響、ならびに倒伏軽減剤の処理が生育収量に及ぼす影響を検討した。

### 材料と方法

試験区の設定(第1図): 栽培試験は岡山大学農学部附属農場3号水田(灰色低地土)において品種日本晴を用い、1993年5月18日に乾田状態の水田に幅30cm(深さ6cm)と20cm(深さ4cm)で作溝を行い、10a当り4.5kg(乾籾換算)の種子を動力散粒機で播種(散播)した後、入水を行った。播種に際しては、作溝幅30、20cmそれぞれの区について酸素供給剤、カルパー<sup>5,6)</sup>を等量粉衣した区と無処理区を設けた。また、参考区として慣行移植区を設け、ポット育苗した葉齢5.5の苗を6月12日に機械移植した。さらに、倒伏防止を目的として出穂前17日に倒伏軽減剤(ロミカ粒剤、住友化学)を直播区と移植区の一部に10a当り3kg湛水散布した。試験区面積は一区当り1.75a

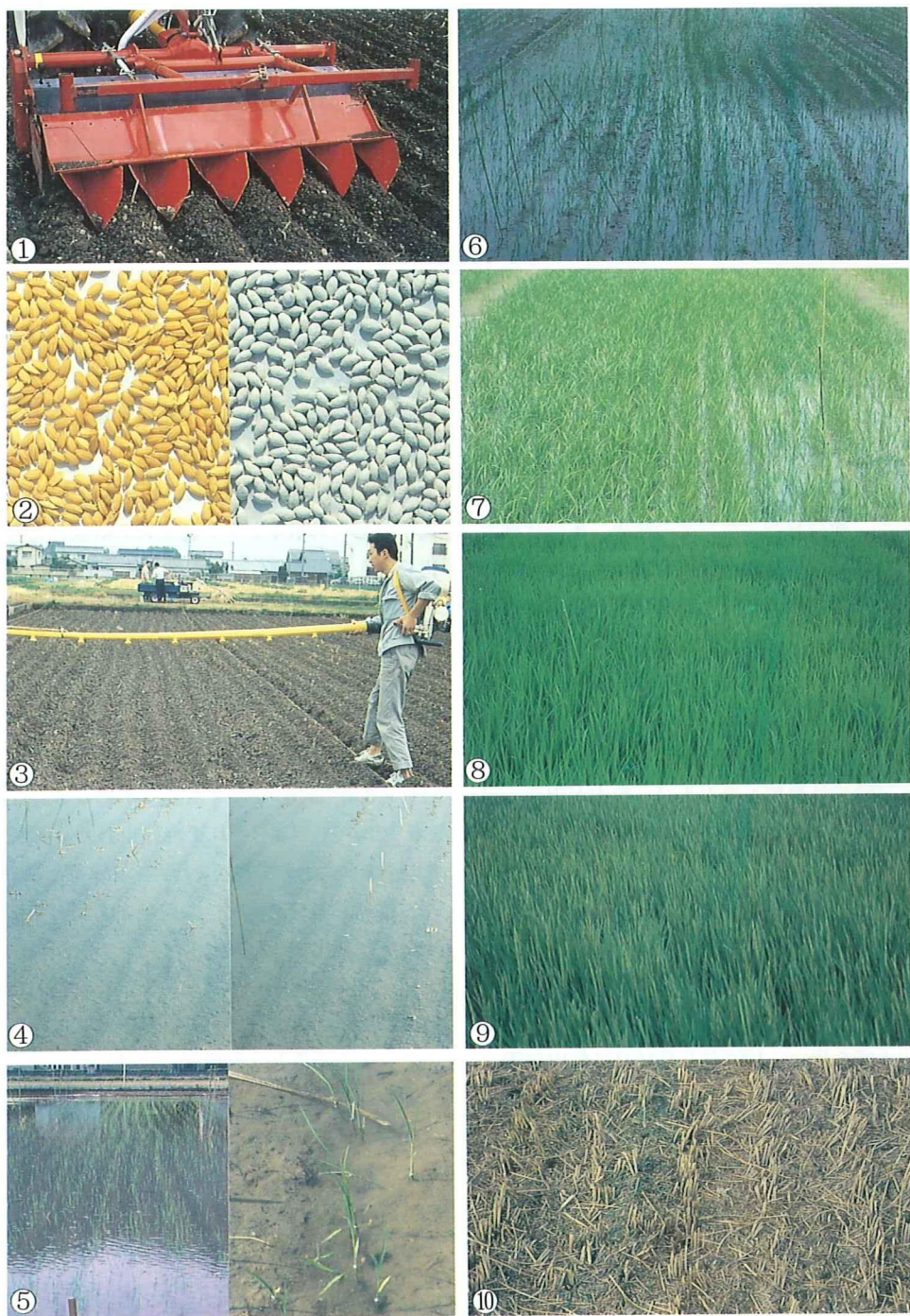
(35×5m)とし、各区の出芽・苗立ち状況、生育収量を調査した。作溝は、アップカットロータリ同時作溝機<sup>4,8)</sup>(小橋工業製試作機、第1図)を用いて碎土と同時にを行った。

栽培方法: 種籾は比重1.13で塩水選を行った後、種子消毒(スポルタック乳剤1000倍液)を行って13℃で5日間浸種し、ハト胸状態まで催芽させた。カルパー粉衣区については、播種前日にカルパー(保土谷化学)を催芽籾に等量粉衣し、翌日まで陰干しを行った。施肥はすべて燐加安44号を用い、10a当たりチッ素、リン酸、カリ各成分で、基肥として5.0-6.1-4.6kg、追肥として穂肥(7月31日)3.0-3.6-2.7kgおよび実肥(8月26日)2.0-2.4-1.8kgをそれぞれ施用した。播種後は常時湛水状態として栽培を行い、除草剤としてブッシュ粒剤、エックスゴーニ粒剤およびバサグラン液剤を、殺虫・殺菌剤としてルーバンM粒剤、ヒノバイマク粉剤、パリダシン粉剤を散布した。出穂期は各区とも8月23日で、登熟期には防鳥のためネットを設置し、収穫期は10月12日であった。

調査項目と調査方法: 30cm作溝区および20cm作溝区において、溝の山部分と谷部分の水深を測定し、その差すなわち溝の深さを土壌崩壊の指標として測定した。

播種時に0.36m<sup>2</sup>(0.6×0.6m)の調査区を各区に6カ所設け、播種後区画内の種子数を計数した。5月28日(播種後10日)に出芽数を、6月3日(播種後14日)に出芽した苗のうち十分に定着した数を調査した。そして、播種数に対するそれぞれの数の割合を出芽率および苗立ち率とした。また、6月7日に圃場内から各区30~50個体を均等に抜き取り、種子から葉鞘の白色部分の長さを測り、これを種子深度とした。

\*農地生産構造学分野



第1図 無代掻き作溝直播栽培における作業行程ならびに水稻の生育経過

- |                          |                  |
|--------------------------|------------------|
| ①：作溝作業                   | ⑥：苗立ちの様子(6月11日)  |
| ②：カルパー粉衣した種子             | ⑦：分けつ期(7月1日)     |
| ③：動力散粒機による播種             | ⑧：最高分けつ期(7月25日)  |
| ④：播種後湛水の様子(左30cm, 右20cm) | ⑨：出穂期(8月23日)     |
| ⑤：出芽の状況(6月1日)            | ⑩：コンバイン収穫後の刈株の様子 |

出芽・苗立ちの調査を行った5つの調査区の中から、苗立ち率の平均的な3つの調査区について、草丈、茎数、葉齢、および葉色値を約1週間おきに生育を追って調査した。また、収穫を行った後、稈長および節間長を測定した。

収穫期に各区から任意に6カ所(1.2×1.0m)を地際から刈取り、20日間風乾させた後、収量調査を行った。収量は全重を測定後すべての穂を抜き取り、脱穀・粃摺りして粗玄米・精玄米重を求めた。収量構成要素は、3反復に均分した約30gの粗粃の総粒数を求め、比重1.06で比重選を行った精粒数を数えて、登熟歩合を算出した。粃摺りを行った後、縦目篩いで粒厚別分布を求め、1.7mm以上の精玄米の千粒重を求めた。

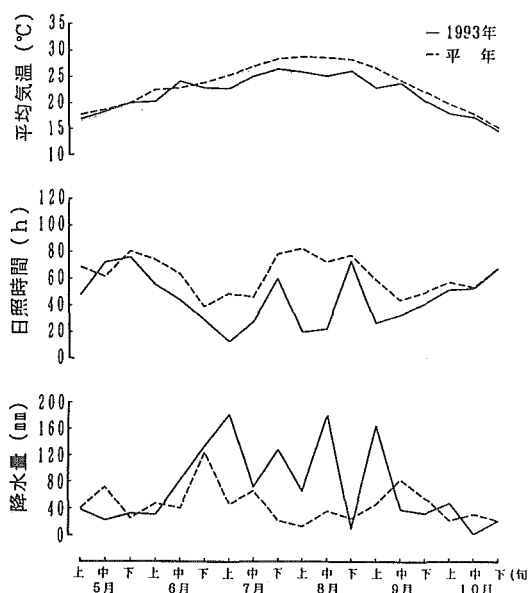
## 試験結果

気象概況(第2図)：1993年は記録的な低温寡照となり、平均気温・日照時間は栽培期間を通じて平年を下回った。降水量は6月中旬から9月上旬まで平年に比べかなり多かった。台風の接近が多く、特に9月4日の第13号は岡山県西部を縦断し、各地でかなり多くの被害が出た。

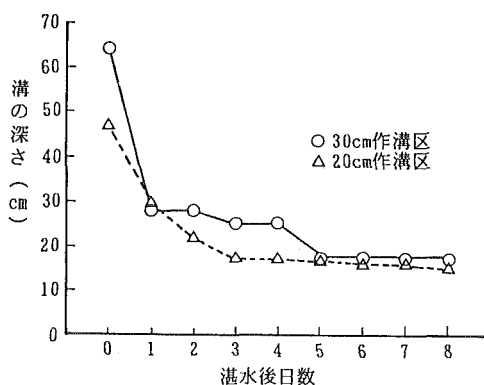
土壌崩壊の推移(第3図)：溝の深さは湛水前、30cm作溝区で64mm、20cm作溝区で47mmあったが、湛水直後の土塊の崩壊とともに、湛水後1日目にそれぞれ28、29mmと急速に小さくなり、その後両区ともに徐々に小さくなった。したがって、前報<sup>7)</sup>の結果と同様に播種後湛水することにより、十分な覆土効果が期待された。さらに、土壌の崩壊に伴って、種子が溝部分へと集まるため、散播にもかかわらず苗立ちの様相、及びコンバイン収穫後の刈株も条播状の様相を呈していた(第1図)。

種子深度は(第1表)、カルパー処理区と比較すると、30cm作溝区が10.8mmと最も深く、20cm作溝区で7.4mmと30cm作溝区の方が覆土効果が高くなった。また、30cm作溝区ではカルパー処理区は10.8mmと無処理区の8.4mmに比べ2.4mm深くなり、カルパー処理により、覆土効果が大きくなることが認められた。

出芽・苗立ち(第1表)：播種後10日目の出芽率をみると、30cm作溝・カルパー処理区で79.6%、



第2図 水稻栽培期間の旬別平均気温・日照時間・降水量の推移(1993年)



第3図 播種後湛水にともなう溝の深さの推移

20cm作溝・カルパー処理区で87.5%と両区ともにカルパー無処理区に比べ20~30%高くなった。これらを反映して、最高分げ時期茎数はカルパー処理区で最も多く、ついでカルパー無処理区、そして慣行移植区で少なくなった。その結果、有効茎歩合はカルパー処理区が低く、カルパー無処理区、慣行移植区が約60%前後と高かった。

収量及び収量構成要素(第2表)：m<sup>2</sup>当り穂数は30cm作溝区が20cm作溝区に比べて多く、両区ともに慣行移植区に比べて多かった。一穂穎花数は直播区に比べて、慣行移植区で84と多くなった。そ

第1表 播種方法が出芽・稲立ちに及ぼす影響(作溝直播栽培)

試 験 区			種子深度	出芽数	出芽率	苗立ち数	苗立ち率	最高分け	有効茎
番号	作溝幅	カルパー	(mm)	(本・m <sup>-2</sup> )	(%)	(本・m <sup>-2</sup> )	(%)	つ期茎数 (本・m <sup>-2</sup> )	歩合 (%)
1	30cm	+	10.8	120.8	79.6	108.8	71.7	786	55.4
2	30cm	-	8.4	92.1	66.9	80.1	58.3	690	61.7
3	20cm	+	7.4	107.9	87.5	90.8	74.0	812	48.0
4	20cm	-	6.4	57.9	53.8	56.0	51.7	650	58.9
5	慣行移植区		-	-	-	-	-	536	61.5
			**	**	**	**	**	**	**

注) \*\*は分散分析により1%水準で有意差あり。

第2表 収量および収量構成要素

試 験 区			m <sup>2</sup> 当り 穂 数	一 穂 穎花数	m <sup>2</sup> 当り 穎花数 (×10 <sup>3</sup> )	登 熟 歩 合 (%)	精玄米 千粒重 (g)	精玄米 収 量 (g・m <sup>-2</sup> )	倒 伏 程 度
番号	作溝幅	カルパー							
1	30cm	+	435.3	63.2	27.5	90.1	23.6	582	2
2	30cm	—	425.8	59.9	25.5	85.9	22.9	510	2
3	20cm	+	389.6	65.0	25.3	89.1	23.3	540	3
4	20cm	—	383.1	62.8	24.0	86.6	22.7	487	4
5	慣行移植区		329.2	84.3	27.7	85.5	23.1	554	2
倒伏軽減剤処理区									
6	30cm	+	382.4	67.9	26.0	92.7	23.0	571	0
7	慣行移植区		357.6	81.0	28.9	89.5	22.9	607	0
			**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**

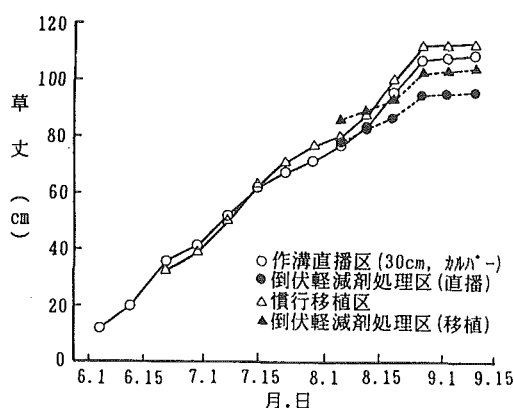
注) \*\*, n.s.はそれぞれ分散分析により1%水準で有意差あり, 有意差なしを示す。  
倒伏程度は収穫期における倒伏状況を観察により分級した。5は完全倒伏,  
0は無倒伏を示す。

の結果, m<sup>2</sup>当り穎花数は2.5万前後となり, 登熟歩合も85%以上と高くなったが, 区間で有意差は認められなかった。m<sup>2</sup>当り精玄米収量は30cm作溝・カルパー処理区で582gと最も多く, 慣行移植区の554gに比べて多かったが, 直播区の収量は487~582gと変動が大きかった。

倒伏軽減剤処理の影響: 直播栽培においては, しばしば倒伏による減収が問題となるが, 倒伏軽減剤の処理が草丈及び節間長に及ぼす影響を検討した。

草丈は分けつ盛期の7月15日以降直播区に比べ移植区で高く推移し, 出穂前17日の倒伏軽減剤処理にともなって, 8月16日までの草丈の伸長が抑制され, 最終草丈は直播区で12%, 移植区で7%短縮した(第4図)。

最長稈長は直播区では無処理区で83.5cm, 処理区で67.6cmと19%短縮し, 移植区では87.1cmから



第4図 草丈の推移に及ぼす倒伏軽減剤の影響

78.9cmと10%短縮した。両区ともに穂長は5~7%, 葉身長は上位2葉で4~13%, 稈長は第I, 第II節間が直播区で13~27%, 移植区で5~7%短縮した(第3表)。

第3表 倒伏軽減剤の処理が稈長、葉身長、節間長に及ぼす影響

栽培方法 処理区	最長 稈長 (cm)	穂長 (cm)	上位 3 葉身長(cm)			節 間 長 (cm)					
			n	n-1	n-2	I	II	III	IV	V	VI
作溝直播栽培(30cm,加パ-)											
無 処 理 区	83.5	19.1	27.9	37.1	43.1	34.1	20.3	12.7	8.1	1.7	0.4
倒伏軽減剤処理区	67.6	17.7	26.9	35.5	42.5	29.5	14.7	10.0	8.6	2.5	0.6
慣行移植栽培											
無 処 理 区	87.1	19.6	28.4	36.8	43.5	34.2	20.1	11.4	6.2	0.8	0.3
倒伏軽減剤処理区	78.9	18.5	25.1	32.0	39.5	32.5	18.6	11.9	6.3	1.4	0.4

注) nは止葉を、Iは穂首節間を示す。

すなわち、倒伏軽減剤処理にともなって、上位節間、上位葉身長が短縮することを通じて、倒伏の軽減効果が認められ、その処理の効果は移植区に比べ直播区で大きいことがわかった。

倒伏軽減剤処理が収量と収量構成要素に及ぼす影響をみると(第2表)、30cm作溝・カルパー処理区では、穂数は少ないものの倒伏は全く認められず、登熟歩合が高くなり、m<sup>2</sup>当り精玄米収量は571gと無処理区の582gとほぼ等しくなった。しかし、慣行移植区では倒伏軽減剤処理に伴って登熟歩合が高まり、収量は607gと全区のうちで最も多収を示した。

## 考 察

今までの無代掻き直播栽培法を見直し、一層の省力化、安定性、多収性および低コスト化を図るため、無代掻き作溝直播栽培法の確立を目的として、乾田状態で作溝した播種面に散播で播種した後、湛水するという方法<sup>2,4,8)</sup>で1992年に引き続き実証試験栽培を行った。

まず、作業行程について考察する。前報<sup>7)</sup>においては作溝—湛水—播種に比べ、作溝—播種—湛水の手順の方が覆土効果が高く、種籾の移動もみられなかったが、出芽時の低温とも関連して苗立ち率は15%前後と低かった。これは、主として30cm作溝区の溝の深さが11cmとかなり深いことに起因していると考えられた。本試験では溝の深さが4～6cmになるようロータリの深さを調節した結果、作溝—播種—湛水の作業行程で10mm程度の種子深度が得られ、苗立ち率も50%以上を確保でき

た(第1表)。

これまで岡山のような暖地では酸素供給剤、カルパー(CaO<sub>2</sub>)の粉衣は必要ではないといわれてきたが<sup>1,3)</sup>、本試験においてはカルパー処理区の苗立ち率は無処理区に比べ14～23%高かった(第1表)。すなわち、酸素供給剤の粉衣は、苗立ち率を高めるといよりも、その低下を抑えるため、天候の安定した年では効果が小さく、本年の様な低温年には効果が大きいと考えられた。さらに注目されたのは、カルパーを粉衣すると種子深度が大きくなったことで(第1表)、これには粉衣種子の重量が大きくなったことが関係すると考えられた。

これまで、湛水土壤中直播栽培におけるカルパー粉衣が出芽率の向上、倒伏抵抗性をもたらすことは数多くの研究<sup>5,6)</sup>によって明らかにされているが、低コストを指向した場合、薬剤・コーティング機材、播種準備の煩雑さ等を考慮すると、作業行程におけるカルパー粉衣の選択は難しいかも知れない。岡山県の不耕起乾田直播栽培においては乾籾を播種しており<sup>3)</sup>、折衷直播ではこれほどの省力は望めない。

つぎに、作溝幅について比較してみる。1992年、1993年ともに、作溝幅は30、20cmの2種類で行ったが、精玄米収量は両年ともに30cm作溝区で多く、これには主として穂数が多いことが関係していた<sup>7)</sup>。米国や豪州などの折衷直播栽培における作溝は、カルチパッカー・カルチベーター・ツースハローなどの作業機で行われることが多い<sup>2)</sup>。この場合作溝幅は一定ではなく、作溝の目的は種子



の灌漑水による浮動を防ぐことを目的としている。したがって、作溝幅はあまり大きな意味はもたないと考えられるが、本研究のように作溝－播種－湛水という作業体系では土壌の崩壊による覆土効果を期待しており、溝幅と溝の深さは重要な要因である。本研究では20cm作溝区に比べ30cm作溝区の種子深度は大きく、苗立ち率も高かった（第1表）。したがって、苗立ちの安定性、倒伏抵抗性の観点から作溝幅は30cmが適当と考えられる。しかし、前報においては30cm、深さ11cmで播種後湛水した場合、湛水後播種に比較して苗立ち率が著しく低下したことから、作溝の深さは5～10cmが適当であると考えられる。米国カリフォルニア州国府田農場の直播栽培においては、整地－施肥－作溝－湛水（10cm）－散播の作業行程における溝の深さは6cm程度であるという記述が認められる<sup>2)</sup>。過度な作溝は耕耘コストを上げるのみならず、出芽にも悪影響を及ぼすことを考慮しなくてはならない。

前報<sup>7)</sup>では播種に際して入力散粒機を用いたが、本試験では動力散粒機を用いた（第1図）。しかし、試験研究用に小型機に用いたため、実際に大規模圃場では畦畔噴頭を装着した背負い型動力散布機（到達距離15～20m）の利用が有望と考えられるが、種子を均一に播種するのが難しく、圃場内のばらつきが大きくなることを考慮しなくてはならない。

散播は前述したように、圃場内における苗立ちの不均一性を助長することになるが、これらは登熟期における倒伏の危険性を増すことになる。直播栽培における倒伏の問題は湛水直播における課題であったが、土中直播は倒伏抵抗性の向上を図る上で注目された<sup>2,5)</sup>。折衷直播においても、播種後湛水を行うことにより10mm程度の種子深度が確保されることが明らかとなったが（第1表）、土中直播では10～20mmが暖地においては適当とされており<sup>9)</sup>、種子深度の変動も大きいことから、倒伏抵抗性の強化が課題であると考えられる。

そこで、本研究では倒伏防止対策として、出穂期17日前に倒伏軽減剤<sup>TM</sup>を湛水散布した。その結果、直播区及び慣行移植区では一部倒伏が認められた

にもかかわらず、処理区では上位節間長が短縮し、全く倒伏はみられなかった（第2表）。

したがって、転び型倒伏抵抗性直播品種の育成<sup>10)</sup>がなされるまでは、倒伏による減収回避技術としての軽減剤の施用は有望と考えられる。しかし、予防的な薬剤費コストに見合う増収は得られていないのが現状である。近年倒伏軽減剤入り肥料や被覆緩効性倒伏軽減剤などの市販、開発がなされており<sup>9)</sup>、今後作溝時に緩効性肥料・倒伏軽減剤の同時施用の体系も不可能ではない。

さらなる低コストを目指す上で、‘無代掻き’は重要なキーワードである<sup>4)</sup>。現在、実証試験が進められている不耕起乾田直播栽培は耕起乾田直播に比較して多湿条件下でも播種できる点にメリットが大きい<sup>3)</sup>。しかし、播種前の耕耘整地を除草剤散布で代替しなければならないし、乾田期における除草剤散布は2種混合の乳剤を用いるため、雑草防除作業は全天候型ではない点に課題が残る。この点から、無代掻き折衷直播を考えると、不耕起に比べ耕耘コスト増と耕耘と作溝が天候に左右される点（播種前5日以内）が課題である。しかし、折衷直播では用水が確保されれば、播種後湛水するため雑草の発生は少なく、鳥害の心配はなく、苗立ち後粒剤の除草剤散布（一発剤）で雑草防除を行うことができる。したがって、漏水田でなければ十分採用が可能である。

以上の結果から、無代掻きで作溝を行い、播種後湛水を行うことにより、種子の覆土効果が確認され、出芽・苗立ちの安定化にカルパー粉衣が有効であること、穂数を確保することにより移植区に匹敵する収量が得られることが明らかとなった。さらに、直播栽培における倒伏防止対策として、倒伏軽減剤の処理が期待された。

今後は、作溝直播栽培に対する品種適応性や緩効性肥料を利用した肥培管理の省力化について検討を行う予定である。

## 摘 要

本試験はこれまでの直播栽培法の一層の省力化、安定性、多収性および低コスト化を目的として1992年に引き続き無代掻き作溝直播栽培法の実証

試験を行った。

岡山大学農学部附属農場の水田において品種日本晴を用い、1993年5月18日に乾田状態の水田に溝幅30cmと20cmで作溝を行い、10a当り4.5kgの種子を動力散粒機で播種し、播種後湛水を行った。作溝幅30、20cmそれぞれの区についてカルパーを粉衣した区と無処理区を設けた。また、参考区として慣行移植区を設けた。倒伏防止を目的として出穂前17日に倒伏軽減剤を直播区と移植区の一部に処理した。

得られた試験結果の概要は以下のとおりである。

- (1) 湛水後の溝の深さは、溝幅30cm区および20cm区ともに、播種翌日に約1/2となり、湛水直後の溝の崩壊に伴って種子が覆土されることが確認された。
- (2) 出芽・苗立ち率はいずれの区でも高く、特に溝幅30cm区で、さらにカルパー粉衣区で高くなった。また、種子深度は溝幅30cm区が溝幅20cm区より深く、覆土効果は溝幅30cm区で高かった。さらにカルパーを粉衣した区で覆土効果が高くなる傾向があった。
- (3) 穂数は移植区に比べ直播区で、溝幅20cm区に比べ30cm区で多くなったが、カルパー粉衣による影響は小さかった。一穂穎花数は直播区に比べ移植区で多かったが、 $\text{m}^2$ 当り穎花数は各区ともに $24\sim 28\times 10^3$ の範囲にあった。精玄米収量は溝幅30cm・カルパー粉衣区で $582\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ と最も高く、移植区よりも多収を示した。

- (4) 9月上旬に接近した台風の影響で各区ともに倒伏がみられたが、倒伏軽減剤の処理により上位節間、葉身長、穂長が短縮し、処理区では全く倒伏が認められなかった。しかし、倒伏軽減剤処理により移植区では増収が認められたが、直播区では収量に及ぼす影響は小さかった。

## 引用文献

- 1) 愛知県農総試：研究成果情報（関東東海農業）農研センター：71-72（1990）
- 2) 大日本農会：農業（3月号）：1-63（1989）
- 3) 河本恭一・狩谷寿志・富久保男・岡武三郎：日作中国支部研究集録34：34-35（1993）
- 4) 熊野誠一・黒田俊郎：岡山大農学報 83：91-112（1994）
- 5) 三石昭三：農業技術 37：294-298（1982）
- 6) 中村喜彰：低コスト増収の米作り 湛水土壌中直播栽培：1-194・家の光協会・東京（1983）
- 7) 齊藤邦行・石村 亮・黒田俊郎：岡山大農場報告 17：1-8（1994）
- 8) 澤村 篤・松村 修：農業技術 47：391-395（1992）
- 9) 関本 均・大内誠悟・馬原 章・清水勝之助：農及園 68：389-396（1993）
- 10) 寺島一男・秋田重誠・酒井長雄：日作紀 61：380-387（1992）